

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-63016

(43) 公開日 平成9年(1997)3月7日

| (51) Int.Cl. <sup>8</sup> | 識別記号  | 庁内整理番号 | F I           | 技術表示箇所 |
|---------------------------|-------|--------|---------------|--------|
| G 1 1 B                   | 5/31  |        | G 1 1 B 5/31  | C      |
| C 2 5 D                   | 3/56  |        | C 2 5 D 3/56  | B      |
|                           | 7/00  |        | 7/00          | K      |
| H 0 1 F                   | 41/26 |        | H 0 1 F 41/26 |        |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平7-217590

(22) 出願日 平成7年(1995)8月25日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 佐野 雅章

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 北 芳明

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 鳴海 俊一

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 武 顯次郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドの製造方法、薄膜磁気ヘッド及び磁気記憶装置

## (57) 【要約】

【目的】 高周波領域での高記録密度化に適した高飽和磁束密度で、高比抵抗を有する磁性薄膜材料を持った薄膜磁気ヘッドを得る。

【構成】 薄膜磁気ヘッドの磁気コアの製造をフレーンめっき方法により行い、そのめっき浴は、その組成として、3.5g/l～10g/lのNi<sup>++</sup>イオン、0.5g/l～1.6g/lのFe<sup>++</sup>イオンを含み、かつ、Ni<sup>++</sup>とFe<sup>++</sup>とのイオン比(Ni<sup>++</sup>/Fe<sup>++</sup>)を6～8となるように金属イオン濃度範囲が設定され、通常使用されている応力緩和剤及び界面活性剤を添加した溶剤を含んでpHが2.5～3.5に設定されたNi-Fe合金薄膜の電気めっき浴であり、このめっき浴を用いて、電流密度を5mA/cm<sup>2</sup>～30mA/cm<sup>2</sup>の範囲に設定する。また、めっき浴中に、さらに、モリブデン酸ナトリウム、タングステン酸ナトリウム、及び、塩化クロムの少なくとも1つを単独あるいは混合して0.01g/l～1.0g/lを含むようにする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 記録・再生分離型磁気ヘッドの記録用の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記薄膜磁気ヘッドの磁気コアの製造をフレームめっき方法により行い、そのめっき浴は、その組成として、3.5g/l～10g/l のNi<sup>++</sup>イオン、0.5g/l～1.6g/lのFe<sup>++</sup>イオンを含み、かつ、Ni<sup>++</sup>とFe<sup>++</sup>とのイオン比(Ni<sup>++</sup>/Fe<sup>++</sup>)を6～8となるように金属イオン濃度範囲が設定され、通常使用されている応力緩和剤及び界面活性剤を添加した溶剤を含んでpHが2.5～3.5に設定されたNi-Fe合金薄膜の電気めっき浴であり、このめっき浴を用いて、電流密度を5mA/cm<sup>2</sup>～30mA/cm<sup>2</sup>の範囲に設定してめっき形成することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 2】 記録・再生分離型磁気ヘッドの記録用の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記薄膜磁気ヘッドの磁気コアの製造をフレームめっき方法により行い、そのめっき浴は、その組成として、3.5g/l～10g/l のNi<sup>++</sup>イオン、0.5g/l～1.6g/lのFe<sup>++</sup>イオンを含み、かつ、Ni<sup>++</sup>とFe<sup>++</sup>とのイオン比(Ni<sup>++</sup>/Fe<sup>++</sup>)が6～8となるようにされ、さらに、モリブデン酸ナトリウム、タングステン酸ナトリウム、及び、塩化クロームの少なくとも1つを単独あるいは混合して0.01g/l～1.0g/lを含むように金属イオン濃度範囲が設定され、通常使用されている応力緩和剤及び界面活性剤を添加した溶剤を含んでpHが2.5～3.5に設定されたNi-Fe合金薄膜の電気めっき浴であり、このめっき浴を用いて、電流密度を5mA/cm<sup>2</sup>～30mA/cm<sup>2</sup>の範囲に設定してめっき形成することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 3】 前記めっき浴の温度を20℃～35℃に保持し、磁界中においてめっき形成することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 4】 前記めっき形成された磁気コアを有する基板を、180℃以上300℃以下の温度範囲で0.5時間～3時間、磁界中において熱処理を施すことを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 5】 記録・再生分離型磁気ヘッドの記録用の薄膜磁気ヘッドにおいて、前記薄膜磁気ヘッドは、請求項 1 ないし 4 のうち 1 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法により製造され、前記薄膜磁気ヘッドの磁気コアが、重量比でNi:40wt%～50wt%、Fe:50wt%～60wt%を有する2元合金薄膜をベースとして、それに、それぞれ単独にモリブデンを3wt%以下、クロームを4wt%以下、タングステンを1.5wt%以下含有させた、あるいは、これらのすくなくとも2つを総合で3wt%～4wt%含有させた3元、4元あるいは5元合金薄膜であって、その膜厚が1μm～5μmの薄膜からなることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】 記録・再生分離型磁気ヘッドを備えて構成される磁気記憶装置において、前記記録・再生分離型磁気ヘッドの記録用の薄膜磁気ヘッドとして請求項 5 記

載の薄膜磁気ヘッドを使用して構成したことを特徴とする磁気記憶装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、薄膜磁気ヘッドの製造方法、薄膜磁気ヘッド及び磁気記憶装置に係り、特に、高記録密度の記録を行うことができる記録・再生分離型磁気ヘッドの記録用の薄膜磁気ヘッドの製造方法、それにより製造された薄膜磁気ヘッド、及び、この薄膜磁気ヘッドを使用した磁気記憶装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、磁気ディスク装置の高記録密度化に伴って、記録媒体の高保磁力化が進み、このような高保磁力の記録媒体に対して十分な記録能力を有する薄膜磁気ヘッドが要求されている。そのため、この種の磁気ヘッドは、磁気ヘッドのコア材料として飽和磁束密度(Bs)の高い材料を用いて構成することが必要である。そして、これらの材料として、従来、膜厚が3μm程度の80%Ni-Fe合金膜が用いられてきた。

【0003】しかし、この80%Ni-Fe合金膜は、比抵抗が16μΩcm～20μΩcmと低いため、うず電流損失が大きく、このために高周波領域における記録磁界強度が低下し、この種の合金膜を用いた磁気ヘッドの記録周波数は、高々30MHz程度が限度である。また、これに代わる材料として、Co系非晶質材料、Fe-Al-Si系センダト合金薄膜等が提案されているが、前者は非晶質であるがゆえに熱的に不安定であり、また、後者は500℃程度の高い温度による熱処理が必要である。このため、これらの材料は、磁気ディスク用の磁気コア材としては製造プロセス的に難点があり、実用化に至っていない。

【0004】また、最近、薄膜磁気ヘッド用の磁気コア材料として、Co-Ni-Feによる3元系材料が、例えば、特開昭60-82638号公報、特開昭64-8605号公報、特開平2-68906号公報等に記載されて提案されているが、これらの3元系材料は、飽和磁束密度(Bs)が1.5T以上と高いものの、80%Ni-Fe合金膜と同様に、比抵抗が12μΩcm～18μΩcmと小さな値のため高周波特性に難点があった。

【0005】一方、磁気ディスク装置の記憶容量は、年々確実に増大しており、現在製品化されている3.5インチのディスクを使用する磁気ディスク装置の面記録密度は、最大で350Mb/in<sup>2</sup>まで高められている。この場合のヘッドにおけるデータ記録周波数は27MHz程度であり、従来の80%Ni-Fe合金膜あるいはCo-Ni-Fe合金膜を用いた磁気ヘッドの性能限界に近づきつつある。

【0006】また、高周波用の磁性膜として、40～55%Ni-FeにNb、Ta、Cr、Mo等を添加したスパッタリング法により形成した磁性膜が、例えば、特開平3-68744号公報等に記載されて提案されている。しかし、この磁性膜の材料は、結晶磁気異方性が大きい

め、磁気特性的にスパッタリング法による厚膜を形成することが困難なものである。

【0007】さらに、結晶粒を微細化することができ、結晶磁気異方性の影響を軽減できるめっき法が、例えば、特開平 4-63412 号公報等に記載されて提案されているが、この方法は、量産性を考慮した場合に必ずしも満足できる磁性膜を形成することができるものではない。

【0008】前述したように、高周波領域で高記録密度の記録を行うことが可能な磁気ヘッド用の磁性膜としては、飽和磁束密度 (Bs) が大きく、困難軸方向の保磁力が小さく、かつ、比抵抗が大きい材料が要求される。それらの要求に応えることのできる材料としては、Bozorth 著; FERROMAGNETISM 等により公知のバルク材が知られている。

【0009】そして、Ni-Fe 2 元合金で比抵抗が最も大きくなる組成範囲は、前記 Bozorth の著作によれば、Ni:30wt% 前後である。しかし、その付近の飽和磁束密度は、急激に低下する領域であり不安定である。そして、比抵抗も高く、飽和磁束密度も高い組成領域は、Ni:40wt%~60wt% の範囲である。また、この組成領域は、結晶磁気異方性が最も大きい範囲であるために、薄膜磁気ヘッド等に適用される通常 2 $\mu\text{m}$  以上の厚膜の磁性膜をスパッタリング法等で作製する場合、膜の結晶粒が大きくなってしまふ。このため、この方法で作製された磁性膜は、保磁力が大きく、一軸異方性が付与されにくい。また、磁歪定数が正の大きい値を持つことから、薄膜磁気ヘッド用材料としては実用化されていない。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】前述したように、従来技術による磁気ヘッド用の磁性膜は、高周波領域における記録磁界強度が低下し、これを使用した磁気ヘッドの記録周波数を高くすることが困難であり、あるいは、磁気コア材とするためにその製造プロセスに難点がある等の問題点を有している。

【0011】本発明の目的は、前記従来技術の問題点を解決し、高周波領域での高記録密度化に適した高飽和磁束密度で、かつ、高比抵抗を有する磁性薄膜材料を開発し、高周波領域で高記録密度の記録を行うことが可能な、すなわち、高速アクセス、高速転送に対応可能な薄膜磁気ヘッドの製造方法、それにより製造された薄膜磁気ヘッド、及び、この薄膜磁気ヘッドを使用した磁気記憶装置を提供することにある。

【0012】具体的に言えば、本発明の目的は、高速転送、高記録密度を達成させるための磁気ディスク装置、すなわち、磁気ディスク装置の記録・再生時に磁気ディスクが 4000rpm 以上で回転し、記録ヘッドの記録周波数が 45MHz 以上に設定されている磁気記憶装置に搭載してその性能を発揮させることのできる薄膜磁気ヘッドの製造方法、それにより製造された薄膜磁気ヘッド、及びこ

の薄膜磁気ヘッドを使用した磁気記憶装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明によれば前記目的は、記録・再生分離型磁気ヘッドの記録用の薄膜磁気ヘッドの製造方法において、前記薄膜磁気ヘッドの磁気コアの製造をフレームめっき方法により行い、そのめっき浴は、その組成として、3.5g/l~10g/l の Ni<sup>++</sup>イオン、0.5g/l~1.6g/l の Fe<sup>++</sup>イオンを含み、かつ、Ni<sup>++</sup>と Fe<sup>++</sup>とのイオン比 (Ni<sup>++</sup>/Fe<sup>++</sup>) を 6~8 となるように金属イオン濃度範囲が設定され、通常使用されている応力緩和剤及び界面活性剤を添加した溶液を含んで pH が 2.5~3.5 に設定された Ni-Fe 合金薄膜の電気めっき浴であり、このめっき浴を用いて、電流密度を 5mA/cm<sup>2</sup>~30mA/cm<sup>2</sup> の範囲に設定してめっき形成することにより達成される。

【0014】また、前記目的は、めっき浴中に、さらに、モリブデン酸ナトリウム、タングステン酸ナトリウム、及び、塩化クロームの少なくとも 1 つを単独あるいは混合して 0.01g/l~1.0g/l を含むようにすることにより達成される。

【0015】さらに、前記目的は、前述により形成された薄膜磁気ヘッドを持つ記録・再生分離型磁気ヘッドを磁気記憶装置に組み込んで磁気記憶装置を構成することにより達成される。

【0016】

【作用】本発明は、従来のめっき法により、40~60% Ni-Fe による 2 元系合金をベースに、磁性膜の飽和磁束密度を下げない範囲で比抵抗を高めるために、モリブデン (Mo)、クローム (Cr)、タングステン (W) の第 3 の元素を添加し、種々のめっき条件を検討した結果、必要な記録磁界を得る膜厚 2 $\mu\text{m}$ ~5 $\mu\text{m}$  を確保した上で飽和磁束密度 (Bs):1.5T 以上、保磁力 (H<sub>cb</sub>):1.0Oe 以下で、かつ、比抵抗 40 $\mu\Omega\text{cm}$  以上を有する優れた磁性薄膜の組成範囲とその製造方法を見出したものである。そして、前述の製造方法により作製した材料を薄膜磁気ヘッドに用いることにより、面記録密度:500Mb/in<sup>2</sup>以上、記録周波数:45MHz 以上、転送速度 15MB/s 以上の高性能磁気記憶装置を提供することができる。

【0017】一般に、Ni-Fe 2 元系めっきは、異常析出を生起させることが知られている。そして、80% Ni-Fe 付近の組成ではかなりの研究がなされ、データも多いが、Fe-rich の組成ではデータが少ない。そこで、本発明者等は、めっき法において通常用いられるめっき浴の添加剤としてのホウ酸、NaCl、サッカリンナトリウム、ラウリル硫酸ナトリウム等を一定にしておき、めっきに直接関与する Fe イオン量を 0.5g/l~1.2g/l に、Ni イオン量を 3.5g/l~10g/l の範囲に変え、めっき電流密度を 5mA/cm<sup>2</sup>~30mA/cm<sup>2</sup>、pH を 2.5~3.0 の範囲に変えて検討した。この結果、適切な磁気特性を有する 40~50% Ni-Fe の磁性薄膜、及び、この組成に Mo、Co、W のいずれか 1

つを添加した磁気コアに使用する磁性薄膜を形成するための生産性に適した安定なめっき浴の適正イオン量、pH値、電流密度を見出し、さらに、磁気ヘッドとして適切な磁区構造を形成するための磁界中における熱処理法を見出すことができた。

【0018】すなわち、本発明は、前述のめっき法におけるめっき浴のFeイオン源として、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ を、Niイオン源として $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 及び $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ を用いる。そして、本発明で重要なことは、めっき浴のFeイオン量を0.5g/l～2.0g/lの範囲とすることである。

【0019】この理由の1つは、めっき浴のFeイオン量が少な過ぎると、形成された磁性薄膜が所望のFe含有量とならず、また、磁性薄膜内のFe含有量を所望のFe含有量とするためにはめっき電流密度を $5\text{mA}/\text{cm}^2$ 以下と小さくせざるを得ず、めっき効率が悪く実用的でない上、磁気特性の変動も大きく実用的でないからである。また、理由の他の1つは、めっき浴のFeイオン量が多過ぎる場合に問題が生じるからである。

【0020】すなわち、めっき浴のFeイオン量が多過ぎると、磁性薄膜内のFe含有量が所望のFe含有量を越えてしまうが、めっき浴内のNi量を調整することにより、磁性薄膜内のFe含有量を所望のFe含有量にすることが可能で、めっき膜に磁気特性的な問題が生じることはない。しかし、めっき浴のFeイオン量が多くなると、めっき浴中のFeイオンが不安定となり、めっきに寄与しない3価のFeイオンが、めっき浴中に生成されて水和酸化物となって浴中に沈澱し、めっきに寄与する2価のFeイオン量に変動して浴のpHを変化させてしまう。

【0021】図1はめっき浴のFeイオン濃度を変えた場合のめっき浴のpHの時間変化を説明する図であり、以下、これについて説明する。

【0022】図1において、曲線(A)はめっき浴のFeイオン量を2.3g/lとした場合、曲線(B)、(C)はFeイオン量を少なくしためっき浴で、それぞれ、Feイオン量を1.2g/l、0.4g/lとした場合の特性例である。図1から判るように、Feイオン量が2.3g/l程度の(A)の場合、時間と共にめっき浴中に錆びが発生し、めっき浴のpHも変化するが、Feイオン量を少なくして適正な量とした(B)、(C)の場合、めっき浴のpHを安定に保持することができ、赤錆びとなるFeの水和酸化物の発生も防止することができる。

【0023】工業的にNi-Feめっきを行う場合、めっき浴内に水和酸化物が発生すると、この水和酸化物がフィルタを詰まらせ、また、めっき浴のイオン管理が煩雑となって好ましくない。従って、適正なFeイオン量は0.5g/l～1.6g/lの範囲に抑えることが重要である。そして、所望の40～50%Ni-Feめっき膜を得るために、NiイオンとFeイオンとの比(Niイオン量/Feイオン量)を6～8の範囲になるようにFeイオン量に合わせてNiイオン量を3.5g/l～10g/lの範囲で調整するのがよい。

【0024】図2はめっき浴のpHの値と、生成されためっき膜の磁気特性[Ni含有量(wt%)、磁歪定数 $\lambda_s$ 、比抵抗 $\rho$ ]を説明する図である。この図2から判るように、pHの値それ自体は、めっき膜の磁気特性にそれ程大きな変化を与えることはないが、pHの値は2.5～3.0が望ましい。この理由は、pHの値が2.5より低くなるとめっき下地膜を腐食させるために良好なめっき膜を得ることができず、また、3.0より高くなると2価のFeイオンのめっき浴中への溶解度が減少し、やはり、めっきに寄与しない3価のFeイオンに変化し、水和酸化物が沈澱して好ましくないからである。

【0025】図3はめっき時の電流密度と生成されためっき膜の特性を説明する図であり、以下、これについて説明する。

【0026】めっき時の電流密度による膜の磁気特性は、Feイオン量が0.4g/lと少な過ぎるめっき浴の場合、めっき浴のFeイオン量によって電流密度依存性が大きい。すなわち、Feイオン量が0.4g/lと少な過ぎるめっき浴の場合、図1で説明したように、めっき浴のpHの変化という面ではその変化が小さく問題ない。しかし、この場合、図3に示すように、電流密度の増加と共に生成された膜のNi含有量が増加し比抵抗が低下するという、めっき膜の磁気特性におよぼす電流密度依存性が大きく、工業的には不利である。そして、Feイオン量を1.2g/l、2.3g/lと増加した場合、図3から判るように、生成されるめっき膜の磁気特性におよぼす電流密度依存性をほとんど生じさせないようにすることができる。

【0027】また、図1、図3により説明しためっき浴のpHの時間変化と、電流密度による生成されためっき膜の特性の変化とを勘案すると、めっき浴の適正なFeイオン量は、その下限が0.5g/l、上限が1.6g/lであることが判った。Feイオン量がこの範囲であれば、図3に示すように、電流密度 $5\text{mA}/\text{cm}^2 \sim 30\text{mA}/\text{cm}^2$ の範囲で、生成される膜の磁気特性を従来のFeイオン量が多い場合と同等のものとするすることができる。

【0028】電流密度を $5\text{mA}/\text{cm}^2$ より小さくすると、生成される膜の保磁力が大きくなってしまい、また、所望の膜厚 $2\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ を得るため、めっきに長時間を要することにより実用的でない。また、電流密度を $30\text{mA}/\text{cm}^2$ より大きくすると、生成される膜の組成が不安定になり、特に、Niが50wt%を越え、膜の比抵抗を低下させてしまう。

【0029】前述までの説明は、フラットな基板上にフラットな磁性膜をめっきする場合の例であるが、実際の磁気ヘッドをめっき法で形成する場合、フレームめっき法が採用され、直接磁気コア形状にめっきされる。このため、フラットなめっき膜と異なり、磁気コア形状に起因する形状磁気異方性により膜の応力の方向に磁化が向き易くなる。前述のめっき法で生成される40～50%Ni-Fe膜の真性応力は、引張応力であり、膜の磁歪定数(入

s)が $+50 \times 10^{-7}$ という正の大きな値を持つため、磁気コアの先端部(トラック部)の磁区構造が、その磁化がトラックの長手方向に向きやすく高周波励磁に対しては好ましくない。

【0030】本発明者等は、前述の磁区構造の変化に対処するために、めっき後所定の温度で所定の時間磁界中で熱処理を施すことによって磁気コアの磁区構造を適正化できることを見出した。

【0031】図4は磁気コアの磁区構造の一例と、熱処理温度と膜の磁気特性(保磁力及び比抵抗)の変化とを説明する図であり、以下、これについて説明する。

【0032】生成された膜に対する磁界中で熱処理の結果、熱処理温度が低く過ぎたり、処理時間が短か過ぎると磁区構造の適正化が不十分であり、また、熱処理温度が高過ぎたり、処理時間が長過ぎると結晶粒の成長を来たし軸異方性が消滅し、保磁力が増大して好ましくなことが判った。この熱処理は、印加磁界2kOe、処理温度180℃～300℃、処理時間0.5h～3hが適正であった。また、10wt%以下のCoを添加すると、膜の異方性磁界(HK)が大きくなり、熱処理後の磁区構造をより適正化しやすくなり、少量のCoの添加が望ましい。

【0033】前述のようにして作製した磁気ヘッドは、記録周波数45MHz以上の高周波領域で使用することが可能であり、この磁気ヘッドを磁気ディスク装置に搭載することにより、優れた性能を有する磁気記憶装置の供給が可能となった。

【0034】図5はめっき浴中にモリブデン酸ナトリウ

ム、タングステン酸ナトリウムまたは塩化クロムを添加してめっきしためっき膜の磁気特性及び比抵抗を示す図である。

【0035】前述しためっき法により生成される40～50%Ni-Fe磁性膜の比抵抗をさらに高めるために、めっき浴中にモリブデン酸ナトリウム、タングステン酸ナトリウムまたは塩化クロムの少なくとも1つを単独あるいは混合して0.01g/l～1.0g/l添加してめっきを行った。

【0036】この場合、Mo、W、Crの添加により磁性膜の比抵抗をほぼ直線的に増大させることができ、得られた磁性膜のMo:3wt%を含む組成で、 $\rho$ は凡そ65 $\mu\Omega\text{cm}$ を示し、そのとき、Bsは約1.45Tであった。W、Crの添加、あるいは、これらを混合して添加した場合にもほぼ同様な結果を得ることができた。

【0037】Mo、W、Crの少なくとも1つを単独あるいは混合して添加することにより、得られる磁性膜の $\rho$ を添加しない場合の約1.4倍程度に大きくすることができ、この結果、透磁率の周波数特性( $\mu$ -f特性)を大きく高周波側に延ばすことができたことが確認された。

【0038】

【実施例】以下、本発明による薄膜磁気ヘッドの製造方法の実施例を説明する。

【0039】表1は本発明の第1の実施例によるめっき浴組成とめっき条件とを示す表である。

【0040】

【表1】

表 1

| 試 薬                                  | 配合量(g/l)                     | めっき条件 |                      |
|--------------------------------------|------------------------------|-------|----------------------|
|                                      |                              | 浴温度   | 30℃                  |
| NiCl <sub>2</sub> ・6H <sub>2</sub> O | 23.8                         | pH    | 3.0                  |
| NiSO <sub>4</sub> ・6H <sub>2</sub> O | 11.3 (Ni <sup>++</sup> :8.4) | 電流密度  | 15mA/cm <sup>2</sup> |
| FeSO <sub>4</sub> ・7H <sub>2</sub> O | 5.5 (Fe <sup>++</sup> :1.1)  |       |                      |
| ホウ酸                                  | 25                           |       |                      |
| NaCl                                 | 25                           |       |                      |
| サッカリン                                | 1.5                          |       |                      |
| ナトリウム                                |                              |       |                      |
| ラウリル硫酸                               | 0.1                          |       |                      |
| ナトリウム                                |                              |       |                      |

【0041】本発明の第1の実施例に使用するめっき浴の金属イオン濃度は、表1に示すように、Fe++量が1.1g/l、Ni++量が8.4g/l(イオン比:Ni++/Fe++:7.6)となるように調整された。また、他の添加物は表1に示す通りで

ある。めっき浴のpHはHCl水溶液を用いて3.0に調整し、浴の温度は管理しやすい30℃とした(25～30℃まで変えたが磁性膜の特性にそれ程大きな差はなかった)。そして、15mA/cm<sup>2</sup>の電流密度に設定してめっきを行っ

て磁性膜を生成させた。

【0042】これにより得られた磁性膜は、その組成が44.9Ni-Fe(wt%)であり、困難軸方向の保磁力が0.6Oe、異方性磁界が8.4Oe、比抵抗が $44\mu\Omega\text{cm}$ と優れた特性を示した。また、飽和磁束密度は1.6Tと高く、磁歪

定数は $+46\times 10^{-7}$ であった。

【0043】表2は本発明の第2の実施例によるめっき浴組成とめっき条件とを示す表である。

【0044】

【表2】

表 2

| 試 薬                                       | 配合量(g/l)                     | めっき条件 |                      |
|---|------------------------------|-------|----------------------|
| $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | 23.8                         | 浴温度   | 30℃                  |
| $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | 11.3 (Ni <sup>++</sup> :8.4) | pH    | 3.0                  |
| $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 5.5 (Fe <sup>++</sup> :1.1)  | 電流密度  | 15mA/cm <sup>2</sup> |
| モリブデン酸<br>ナトリウム                           | 0.1                          |       |                      |
| ホウ酸                                       | 25                           |       |                      |
| NaCl                                      | 25                           |       |                      |
| サッカリン<br>ナトリウム                            | 1.5                          |       |                      |
| ラウリル硫酸<br>ナトリウム                           | 0.1                          |       |                      |

【0045】この本発明の第2の実施例は、本発明の第1の実施例の場合と同一のめっき浴組成に、生成される45Ni-Fe 磁性膜の磁気特性を損なわずに膜の比抵抗( $\rho$ ) 30をさらに増大させる目的でモリブデン酸ナトリウムを0.1g/lを添加したものである。

【0046】これにより得られた磁性膜は、その組成が43Ni-55Fe-2Mo(wt%)であり、困難軸方向の保磁力が0.33Oe、異方性磁界が7.0Oe、比抵抗が $60\mu\Omega\text{cm}$ であった。また、飽和磁束密度は、Moを添加しない場合に得られた膜に比べ低い1.5Tを確保することができ、磁歪定数は $+42\times 10^{-7}$ と僅かに低減している。このように、Moを添加することによりベースとなる45%Ni-Feの磁気特性を損なうことなく、磁性膜の比抵抗を高めることが 40できる。この傾向は、W、Crを添加した場合、あるいは、Mo、W、Crを適宜混合して添加した場合にも殆ど変わらなかった。

【0047】図6は本発明の前述した第1、第2の実施例により製造された磁気ヘッドの構成を示す斜視図及び断面図である。図6において、10は磁気ヘッド、20は上部磁気コア、21は下部磁気コア、22は下部シールド、23は磁気抵抗効果型素子、24は電極、25はコイル、26はスライダ、27はコイル端子、28は絶縁膜である。

【0048】図6に示す磁気ヘッド10は、記録・再生分離型薄膜磁気ヘッドであり、スライダ26上の下部シールド22上に電極24に挟まれて配置された磁気抵抗効果型素子23による再生用ヘッドと、このヘッドに重ねられて配置される上部シールドを兼ねる下部磁気コア21と上部磁気コア20とこれらのコアの間に挟まれて配置されるコイル25とによる記録用ヘッドとにより構成される。

【0049】そして、記録用ヘッドを構成する磁気コア20と、21とは、前述した本発明の第1または第2の実施例のめっき浴を用いて、フレームめっきにより形成され、形成後、印加磁界を2kOeとして、処理温度を230℃とした条件で、1時間の熱処理が施された。なお、磁気コア20、21の磁区構造は、図4に示したものと同等であった。

【0050】このようにして製造された磁気ヘッドを磁気ディスク装置に組み込んで、記録周波数80MHzで保磁力:2.5kOeの媒体に記録を行ってその記録性能を評価した。この結果、前述した本発明の第1、第2のいずれの実施例を用いた場合にも、オーバーライト性能を-40dBを確保することができ良好なものであった。また、この記録・再生分離型薄膜磁気ヘッドを磁気ディスク装置 50に搭載した結果、十分に高速転送に耐えることが確認で

きた。

【0051】なお、前述により製造される磁気記録装置の構成についての説明は省略するが、従来技術における磁気ディスク装置の記録・再生分離型磁気ヘッドの記録用の薄膜磁気ヘッドとして、本発明により製造した薄膜磁気ヘッドを使用して構成すればよく、その他の構成を同一として構成することができる。

【0052】

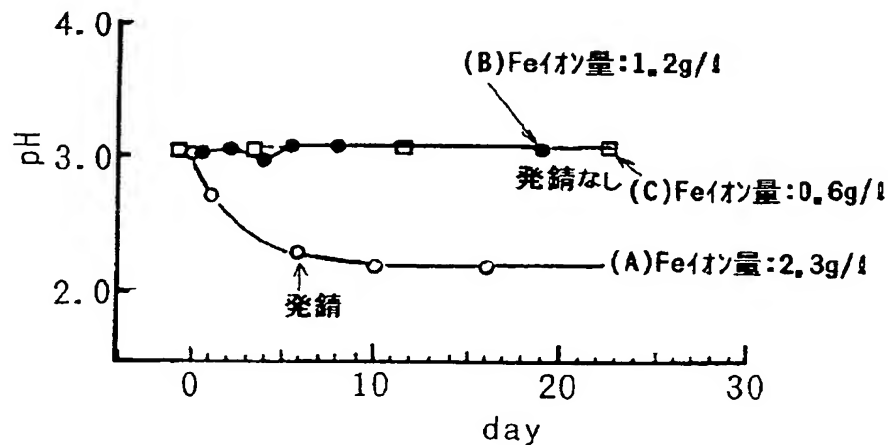
【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、高周波領域での高記録密度化に適した高飽和磁束密度で、かつ、高比抵抗を有する磁性薄膜材料を、低コストなフレームめっき法により得ることができ、高保磁力の記録媒体に対しても、高周波領域で高記録密度の記録を行うことが可能な、すなわち、高速アクセス、高速転送に対応可能な薄膜磁気ヘッドを得ることができる。

【0053】また、前述の薄膜磁気ヘッドを使用することにより、高速転送、高記録密度を達成することのできる磁気ディスク装置、すなわち、磁気ディスク装置の記録・再生時に磁気ディスクが4000rpm以上で回転し、記録ヘッドの記録周波数が45MHz以上に設定可能な磁気記憶装置を得ることができる。そして、この磁気記憶装置は、メディア転送速度15MB/s以上を確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】めっき浴のFeイオン濃度を変えた場合のめっき

【図1】



浴のpHの時間変化を説明する図である。

【図2】めっき浴のpHの値と、生成されためっき膜の磁気特性を説明する図である。

【図3】めっき時の電流密度と生成されためっき膜の特性を説明する図である。

【図4】磁気コアの磁区構造の一例と、熱処理温度と膜の磁気特性（保持力及び比抵抗）の変化とを説明する図である。

【図5】めっき浴中にモリブデン酸ナトリウム、タンゲステン酸ナトリウムまたは塩化クロームを添加してめっきしためっき膜の磁気特性及び比抵抗を示す図である。

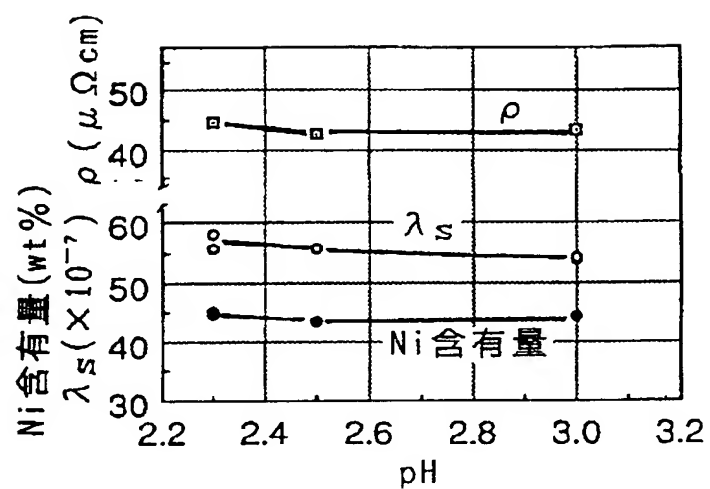
【図6】本発明の第1、第2の実施例により製造された磁気ヘッドの構成を示す斜視図及び断面図である。

【符号の説明】

- 10 磁気ヘッド
- 20 上部磁気コア
- 21 下部磁気コア
- 22 下部シールド
- 23 磁気抵抗効果型素子
- 24 電極
- 25 コイル
- 26 スライダ
- 27 コイル端子
- 28 絶縁膜

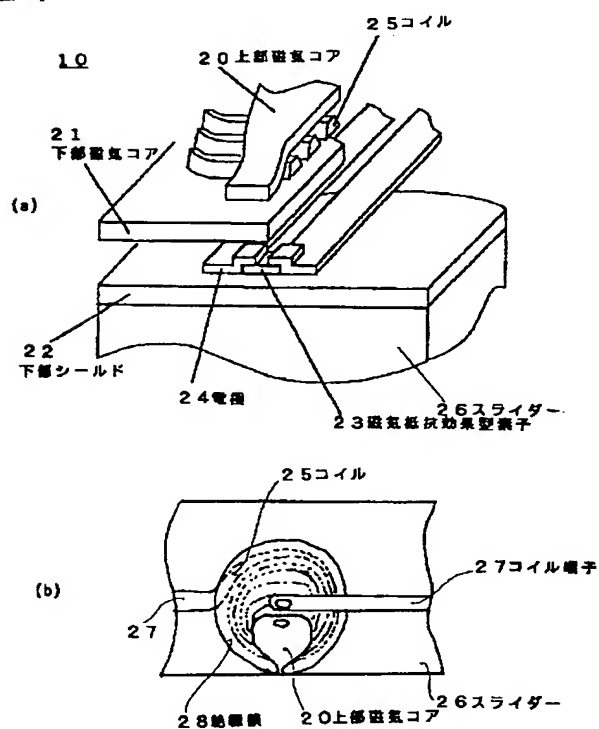
【図2】

【図2】



【図6】

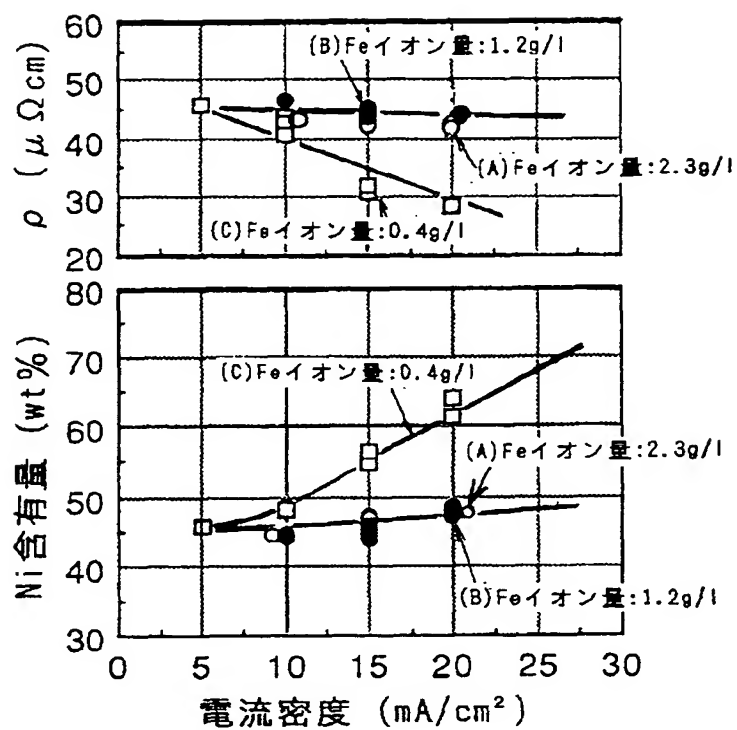
【図6】





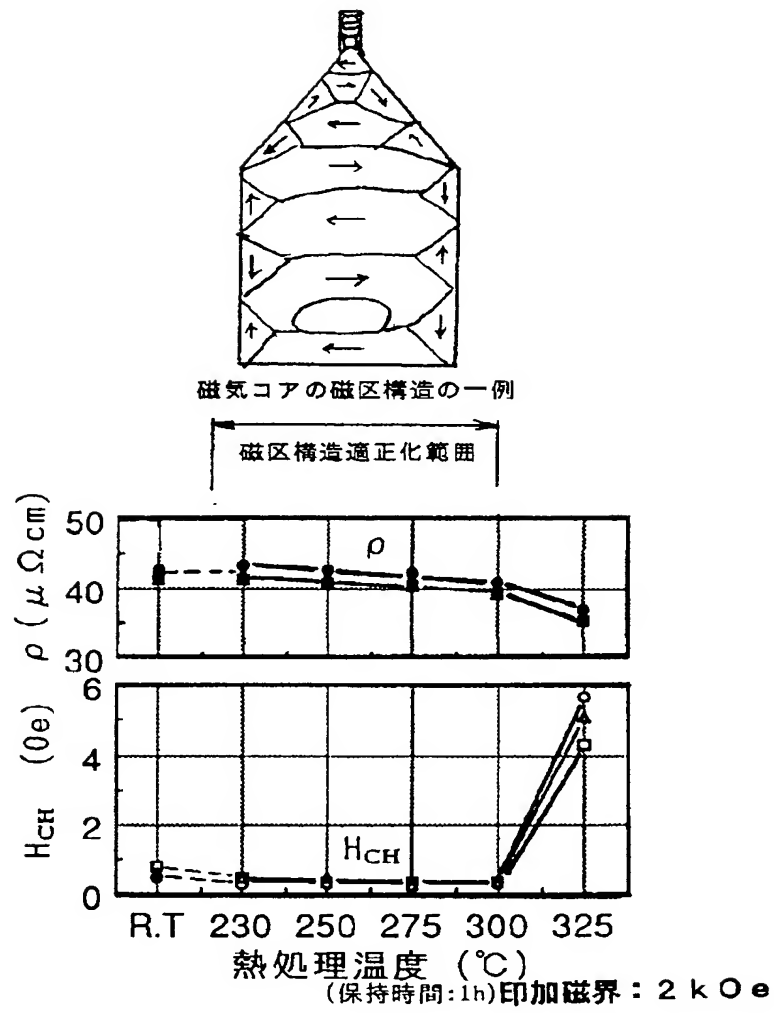
【図3】

【図3】



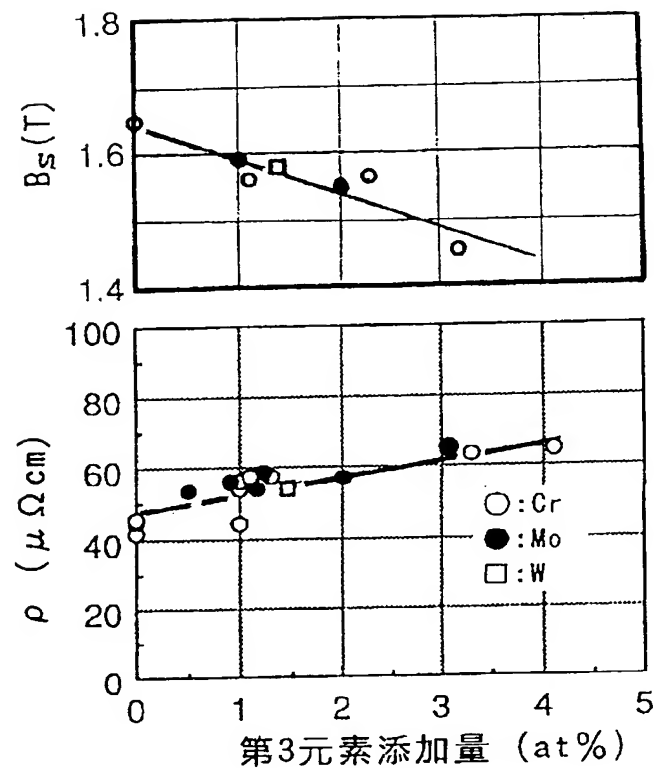
【図4】

【図4】



【図5】

【図5】



フロントページの続き

(72) 発明者 川辺 ▲隆▼  
 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 府山 盛明  
 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
 株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 成重 真治  
 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会  
 社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72) 発明者 益田 賢三  
 神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会  
 社日立製作所ストレージシステム事業部内

